http://vestnik.mrsu.ru ISSN Print 0236-2910
ISSN Online 2313-0636

УДК 611.1-055.15(571.65) DOI: 10.15507/0236-2910.027.201703.397-409

Показатели сердечно-сосудистой системы и кардиоритма у юношей г. Магадана с различными типами конституции

И. В. Аверьянова*, А. Л. Максимов
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук (г. Магадан, Россия)
**inessa1382@mail.ru*

Введение. Целью данного исследования является изучение взаимосвязи и сопряженности соматометрических характеристик с показателями вариабельности сердечного ритма у юношей-студентов, проживающих на территории Магаданской обл-ти.
Материалы и методы. Было проведено изучение основных соматометрических показателей, характеристик сердечно-сосудистой системы и вариабельности сердечного ритма у 558 юношей, относящихся к различным соматотипам: астеническому, нормостеническому и гиперстеническому.
Результаты исследования. У представителей трех типов конституции показатели кардиоритма находятся в диапазоне, характерном для состояния нормотонии (с незначительным преобладанием парасимпатического звена в регуляции сердечного ритма). Однако у гиперстеников отмечалась большая выраженность преобладания парасимпатического звена в регуляции кардиоритма, у астеников – симпатического отдела. При этом было установлено, что у обследуемых гиперстеников уровень систолического артериального давления превышает границы нормы, характерные для нормального уровня артериального давления, а у астеников отмечены статистически значимо более высокие показатели частоты сердечных сокращений, что указывает на менее эффективный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы у представителей данных соматотипов. Анализ процентного соотношения обследуемых юношей с учетом исходного вегетативного тонуса в каждой конституциональной группе показал, что распределение с учетом вегетативного баланса в пределах каждого соматотипа не отличается от распределения в общей выборке.
Обсуждение и заключения. Типы вегетативной регуляции не имеют прямой зависимости от соматометрических характеристик и, в частотности, от принадлежности к тому или иному типу конституции.

Ключевые слова: юноши, антропометрические характеристики, показатели сердечно-сосудистой системы, вариабельность кардиоритма, тип конституции, исходный тип вегетативного баланса

Для цитирования: Аверьянова И. В., Максимов А. Л. Показатели сердечно-сосудистой системы и кардиоритма у юношей г. Магадана с различными типами конституции // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27, № 3. С. 397–409. DOI: 10.15507/0236-2910.027.201703.397-409

© Аверьянова И. В., Максимов А. Л., 2017

Cardiovascular system indexes and heart rate in Magadan young male residents with different body constitution types

I. V. Averyanova*, A. L. Maksimov
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (Magadan, Russia)
**inessa1382@mail.ru*

Introduction. The aim of the study is to explore interrelation and contingency between somatometric characteristics and heart rate variability in male students having resided in Magadan region area.
Materials and Methods. Pursuing from the study aim we examined basic somatometric, cardiovascular and heart rate variability parameters in 558 young males of different somatotypes: asthenia, normosthenia and hypersthenia.
Results. Main results testify that the values of the heart rate were within the range of normotonia through the three examined groups (with small prevailing of parasympathetic link in the heart rate regulation). The hypersthenic subjects demonstrated a sounder parasympathetic link in their heart rate regulation, while asthenic subjects – sympathetic one. The asthenic subjects demonstrated reliably higher heart beats values being thus considered as having less efficient cardiovascular system functioning. The analysis of the percent ratio of the examined subjects accounting for initial autonomic tone in each body constitution group has shown that no difference had been found between the percentage in each somatotype group and the percentage in the whole sample.
Discussion and Conclusions. The autonomic regulation types do not directly depend on somatometric characteristics and, particularly, on any type of the body constitution.

Keywords: young males, anthropometric characteristics, cardiovascular system indices, heart rate variability, body constitution type, initial type of autonomic balance

For citation: Averyanova I. V., Maksimov A. L. Cardiovascular system indexes and heart rate in Magadan young male residents with different body constitution types. *Vestnik Mordovskogo universiteta* = Mordovia University Bulletin. 2017; 27(3):397–409. DOI: 10.15507/0236-2910.027.201703.397-409

Введение

Среди современных методологических подходов к оценке состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) и организма в целом существенное место принадлежит анализу вариабельности сердечного ритма (ВСР). По изменению кардиоритма судят о процессах регуляции всего организма [1]. Соотношение морфологического и функционального аспектов биологического статуса человека является одним из центральных вопросов конституциологии, поскольку сама конституциональная концепция основана на единстве формы и функции[1]. Учитывая, что ССС и показатели ВСР являются связующим звеном между всеми органами и системами организма, в данном исследовании рассматриваются особенности характеристик кардиоритма и ССС в зависимости от типа конституции обследуемых нами юношей.

Обзор литературы

Вариабельность – это свойство всех биологических процессов организма, связанное с необходимостью процессов приспособления к изменяющимся

[1] **Хрисанфова Е. Н., Перевозчиков И. В.** Антропология. М. : Изд-во МГУ, 1999. 318 с. URL: http://www.studfiles.ru/preview/4347061

условиям окружающей среды [2]. Вариабельность, или изменчивость тех или иных показателей, в т. ч. кардиоритма, отражает воздействие сигналов управления, перенастраивающих системы для сохранения гомеостаза или для формирования адаптационных перестроек организма к новым условиям [3]. ВСР имеет сложную структуру, которую часто называют «хаотичной», обусловленную участием различных наложенных частот колебания, нелинейно связанных друг с другом [2–3]. Этот метод позволяет регистрировать изменение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатических либо парасимпатических влияний на ССС, а также прогнозировать и оценивать степень его адаптационных возможностей[2] [4–5].

В этом контексте ВСР является неинвазивным способом оценки вегетативной регуляции ССС путем анализа различий между последовательными сердцебиениями, связанными с влиянием вегетативной нервной системы (ВНС) на синусовый узел [6]. Высокий уровень состояния ВСР в состоянии покоя является показателем хорошей адаптации как у спортсменов, так и у людей с обычным режимом двигательной активности, в то время как снижение ВСР может указывать на поражение сердца [7–8]. В настоящее время ВСР является определенным индикатором функции парасимпатической нервной системы, и снижение ее активации связано с нарушениями физиологической, эмоциональной, когнитивной и поведенческой регуляции, многочисленными факторами риска для неблагоприятных исходов здоровья, а также снижением самооценки [8].

Важным интегральным показателем, отражающим состояние вегетативного симпатически-парасимпатического гомеостаза, является исходный вегетативный тонус (баланс)[2] [5]. Известно, что исходный вегетативный тонус ССС в состоянии покоя определяет ее функциональное состояние [Там же].

Нарушение вегетативной регуляции ССС системы служит ранним признаком срыва адаптации организма, что, в свою очередь, ведет к снижению работоспособности [Там же]. Вегетативная неустойчивость, которая проявляется в преобладании тонуса симпатического или парасимпатического отделов ВНС, свойственна большинству современных детей и подростков [9], относящихся к группе условно здоровых, но имеющих исчерпанный лимит адаптации, а также риск развития вегето-сосудистых дистоний [10].

По мнению ряда авторов, при выраженной активации симпатического звена ВНС организм работает в условиях внутреннего стрессорного напряжения. Длительное и непрерывное функционирование организма в таком состоянии может через какое-то время привести к формированию органических нарушений, сначала обратимых, а затем малообратимых [11]. В то же время смещение равновесия ВНС в сторону влияния парасимпатического отдела обеспечивает оптимальное снабжение организма кислородом в покое, отражает экономизацию деятельности ССС и в целом характеризует функциональный резерв организма для адаптации к экстремальным условиям северо-востока Российской Федерации [12].

Несомненно, состояние ВНС у практически здоровых молодых людей в последние годы нередко является предметом исследования, однако при этом, на наш взгляд, недостаточно уде-

[2] **Шлык Н. И.** Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск : Изд-во Удмурт. ун-та, 2009. 255 с. URL: http://fpbswimming.ru/file/Ритм_сердца_у_детей_подростков_и_спортсменов.pdf

ляется внимания изучению показателей вегетативного баланса организма в зависимости от конституциональных, габаритных параметров организма. Известно, что ведущими критериями здоровья являются физическое развитие и адаптационные возможности организма [13]. При этом необходимо отметить, что для оценки морфофункциональных характеристик организма в различные периоды онтогенеза целесообразным является конституционально-типологический подход [14]. Соматотипологические характеристики организма представляют собой форму проявления естественного биологического популяционного разнообразия, без которого не могут быть устойчивы ни одна популяция, ни один вид. При этом популяционное разнообразие дискретно, что определяет естественно складывающую типологию вариантов конституции (соматотипов)[1] [Там же].

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 558 юношей, которые на момент исследования являлись студентами ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет» (г. Магадан). Обследование было выполнено на занятиях физической культуры до проведения нагрузок, что подразумевает наличие медицинского допуска и отсутствие хронических заболеваний в стадии обострения и жалоб на состояние здоровья, что и являлось непосредственным критерием включения в исследования. У испытуемых определяли основные соматометрические показатели: рост, массу тела и окружность грудной клетки, на основе которых были произведены расчеты индекса Пинье (ИП, усл. ед.) и индекса массы тела (ИМТ, кг/м^2) как основных антропометрических индексов [13] Для выявления типологических особенностей морфофункциональных показателей все юноши были разделены на 3 соматотипа: астенический (26 < ИП < 35 и более), нормостенический (10 < ИП < 25) и гиперстенический (ИП < 10)[3].

Анализ характеристик ССС в состоянии покоя производился путем измерения показателей систолического (САД, мм рт.ст.), диастолического (ДАД, мм рт.ст.) артериального давления, а также частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин) с использованием автоматического тонометра «Nessei DS-1862» (Япония).

Кардиоритм записывался с помощью прибора «Варикард» (программное обеспечение VARICARD-KARDi, РФ) в положении сидя с учетом методических рекомендаций группы российских экспертов [15]. Общая суммарная мощность спектра кардиоритма (TP) рассчитывалась без учета ультранизкочастотной составляющей (ULF) исходя из требований корректности применения анализа коротких временных рядов с использованием метода Фурье преобразования. В дальнейшем анализировались следующие показатели ВСР: мода (Mo, мс) – наиболее часто встречающиеся значение R-R интервала; разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов (MxDMn, мс); число пар кардиоинтервалов с разницей более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов (pNN50, мс); стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (SDNN, мс); амплитуда моды при ширине класса 50 мс (AMo 50 %, мс); индекс напряжения регуляторных систем (SI, усл. ед.); суммарная мощность спектра сердечного ритма (TP, мс^2), мощность спектра высокочастотного компонента вариабельности сердечного ритма в диапазоне 0,40–0,15 гц (дыхательные волны) (HF, мс^2);

[3] **Щедрина А. Г.** Онтогенез и теория здоровья: методологические аспекты. Новосибирск : СО РАМН, 2003. 164 с. URL: http://search.rsl.ru/en/record/01001492638

мощность спектра низкочастотного компонента вариабельности сердечного ритма в диапазоне 0,15–0,04 гц (LF, мс^2); мощность спектра очень низкочастотного компонента вариабельности ритма сердца в диапазоне 0,040–0,015 гц (VLF, мс^2).

Тип исходного вегетативного тонуса определяли в состоянии покоя на основании значений следующих показателей: MxDMn, SI, TP, где диапазон (нормотонии для MxDMn мы учитывали равным от 200 до 300 мс, для SI – от 70 до 140 усл. ед., для TP – от 1 000 до 2 000 мс^2. Если исследуемые показатели MxDMn и TP находились ниже данных диапазонов, то вегетативный уровень был оценен как симпатотонический, при повышении величин данного коридора – как ваготонический. Напротив, относительно показателей SI, при повышении его значений до > 140 усл. ед. (с учетом 2 других показателей) вегетативный баланс оценивался как имеющий симпатикотоническую направленность, а при понижении до < 70 усл. ед. – ваготонической [16–17]. На основании значений кардиоритма все испытуемые были разделены на 3 группы: симпатотоники (n = 70), нормотоники (n = 175) и ваготоники (n = 313).

Обследования проводились в помещении с комфортной температурой 19–21°С, в первой половине дня. Исследование было выполнено в соответствии с принципами Хельсинской Декларации Всемирной Медицинской Ассоциации. Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом медико-биологических исследований при СВНЦ ДВО РАН (№ 004/013 от 10.12.2013). До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

Результаты были подвергнуты статистической обработке с применением пакета прикладных программ «Statistica 7.0» Проверка на нормальность распределения измеренных переменных осуществлялась на основе теста Шапиро-Уилка. Результаты непараметрических методов обработки представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха в виде 25 и 75 процентилей, а параметрических – как среднее значение и его ошибка (M ± m).

Статистическая значимость различий определялась с помощью дисперсионного анализа с последующим попарным сравнением на основе критерия Штеффе для выборок с параметрическим распределением и непараметрического критерия Манна-Уитни для выборок с распределением, отличающимся от нормального. Для изучения зависимостей между распределением по исходному вегетативному типу и типу конституции был проведен анализ таблиц сопряженности с использованием критерия $\chi 2$. Критический уровень значимости (p) в работе принимался равным 0,05[4].

Результаты исследования

Поиск взаимосвязей между системами признаков является одним из центральных вопросов конституциональной антропологии[1]. В табл. 1 представлены показатели основных характеристик ССС в зависимости от типа конституции. Из представленных данных видно, что по мере повышения крепости телосложения, отмечается статистически значимое увеличение показателей САД и ДАД. При этом в группе юношей-гиперстеников уровень САД превышает границы нормы, характерные для нормального уровня артериального давления, что отражают наличие высокого нормального артериально-

[4] **Боровиков В.** Statistica: искусство анализа данных на компьютере : для профессионалов. СПб. : Питер, 2003. 688 с. URL: http://bookre.org/reader?file=1333875

го давления (ВНАД) [18], и в целом может свидетельствовать о предрасположенности к формированию предгипертензивного состояния у представителей данного соматотипа [16]. В группе астеников отмечены статистически значимо более высокие показатели ЧСС относительно группы нормостеников и гиперстеников. Учитывая тот факт, что урежение сердцебиения дает возможность сохранять хронотропный резерв сердца, что, в свою очередь, расширяет диапазон ответных реакций ССС и способствует снижению энергетических трат сердцем [8], предположим менее эффективный уровень функционирования ССС у юношей-астеников.

Таблица 1

Table 1

Показатели сердечно-сосудистой системы у юношей с различным типом конституции

Indices of cardiovascular system in young males with different types of constitution

Наименование показателя / Index	Тип конституции / Type of constitution			Уровень значимости различий между группами / Level of significance of differences between groups		
	Астеники / Astenics (1)	Нормостеники / Normostenics (2)	Гиперстеники / Hyperstenics (3)	1–2	2–3	1–3
САД, мм рт.ст. / Systolic pressure, mmHg	126,2 ± 0,6	128,2 ± 0,7	134,7 ± 0,9	p = 0,08	p < 0,001	p < 0,001
ДАД, мм рт.ст. / Diastolic pressure, mmHg.	75,2 ± 0,6	76,2 ± 0,6	79,2 ± 1,4	p = 0,25	p < 0,05	p < 0,001
ЧСС, уд./мин / Heart rate, bpm	75,9 ± 0,8	72,9 ± 0,8	73,6 ± 1,2	p < 0,001	p = 0,18	p < 0,05
ИП, усл. ед. / IP, units	35,7 ± 1,0	19,2 ± 0,4	-3,5 ± 1,2	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001

В настоящее время определение ВСР признано наиболее информативным неинвазивным методом количественной оценки вегетативной регуляции сердечного ритма. ВСР отражает жизненно важные показатели управления физиологическими функциями организма – вегетативный баланс и функциональные резервы механизмов его управления [15]. Анализ характеристик ВСР в зависимости от исходного типа конституции (табл. 2) показал, что для астеников характерны статистически значимо более низкие показатели MxDMn и RMSSD, отражающие степень вариативности значений кардиоинтервалов, обусловленную физиологической дыхательной аритмией, что свидетельствует о снижении активности автономного регуляторного контура относительно нормостеников и гиперстеников. Величина RMSSD у гиперстеников превосходили аналогичную характеристику у представителей остальных соматотипов, что является отражением повышения активности механизмов саморегуляции.

Таблица 1

Table 1

Показатели вариабельности сердечного ритма в зависимости от типа конституции

Indices of heart rate variability in dependence on types of constitution

Наименование показателя / Index	Тип конституции / Type of constitution			Уровень значимости различий между группами / Level of significance of differences between groups		
	Астеники / Astenics (1)	Нормостеники / Normostenics (2)	Гиперстеники / Hypersten-ics (3)	1–2	2–3	1–3
n	205	232	121			
MxDMn, мс	329,0 (243,0; 429,0)	346,0 (265,9; 458,2)	344,0 (259,6; 450,5)	p < 0,05	p = 0,86	p = 0,26
RMSSD, мс	39,5 (28,3; 59,9)	43,8 (31,8; 63,7)	48,6 (34,2; 67,1)	p < 0,05	p = 0,39	p < 0,05
pNN50, %	15,5 (6,7; 32,0)	18,5 (7,0; 36,3)	26,4 (11,0; 39,7)	p = 0,10	p = 0,26	p < 0,05
SDNN, мс	60,1 (43,9; 75,8)	61,5 (47,5; 77,6)	62,0 (49,0; 82,6)	p = 0,18	p = 0,62	p = 0,43
Mo, мс	780,1 (721,6; 878,4)	821,1 (725,3; 923,3)	804,8 (726,3; 880,8)	p < 0,05	p = 0,79	p < 0,05
AMo, мс	36,9 (28,3; 45,7)	33,7 (26,6; 43,2)	33,1 (26,0; 41,4)	p < 0,05	p = 0,62	p < 0,05
SI, усл. ед.	71,5 (35,1; 114,7)	53,8 (33,5; 98,3)	50,8 (33,2; 91,1)	p < 0,05	p = 0,77	p < 0,05
TP, мс^2	2487,3 (1377,5; 4181,5)	2784,0 (1728,6; 4338,7)	2748,8 (1748,3; 4515,1)	p = 0,33	p = 0,98	p = 0,41
HF, мс^2	687,2 (317,6; 1711,6)	774,6 (378,6; 1558,4)	927,2 (473,9; 1615,1)	p = 0,45	p = 0,26	p < 0,05
LF, мс^2	1132,1 (648,3; 1778,8)	1189,2 (706,0; 1948,5)	1012,2 (603,1; 1722,0)	p = 0,36	p = 0,31	p = 0,76
VLF, мс^2	459,2 (241,5; 778,7)	496,7 (287,0; 805,0)	464,8 (255,6; 792,6)	p = 0,27	p = 0,67	p = 0,68
Мощность HF, % / Power of HF, %	29,1 (20,6; 41,1)	30,4 (20,2; 45,0)	34,5 (25,1; 48,2)	p = 0,91	p = 0,06	p < 0,05
Мощность LF, % / Power of LF, %	46,1 (37,8; 58,3)	46,7 (35,5; 58,7)	43,6 (33,1; 52,6)	p = 0,61	p = 0,08	p < 0,05
Мощность VLF, % / Power of VLF, %	18,5 (12,4; 25,9)	18,9 (12,5; 25,9)	17,5 (12,2; 26,1)	p = 0,84	p = 0,59	p = 0,76
LF/HF, усл. ед. / LF/HF units	1,7 (0,9; 2,7)	1,6 (0,8; 2,9)	1,3 (0,7; 1,9)	p = 0,87	p < 0,05	p < 0,01
IC, усл. ед. / IC units	2,4 (1,3; 3,8)	2,3 (1,3; 3,8)	1,9 (1,1; 3,1)	p = 0,91	p < 0,05	p < 0,05
ПАРС, усл. ед. / PARS units	4,0 (3,0; 6,0)	4,0 (3,0; 5,0)	4,0 (3,0; 5,0)	p = 0,65	p = 0,31	p = 0,61

Одним из важнейших показателей ВСР является показатель моды Мо, который указывает на доминирующий уровень функционирования синусового узла: при симпатикотонии значения Мо минимальны, при ваготонии, напротив, – максимальны [19]. Полученные результаты указывают на снижение данного показателя у астеников. Необходимо отметить, что показатель pNN50, отражающий относительную степень преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим, возрастает в ряду от астеников к гиперстеникам, что указывает на смещение симпато-вагусного баланса в сторону активности парасимпатических влияний на регуляцию сердечного ритма с повышением крепости телосложения. На это же указывают и более низкие значения стресс-индекса и АМо у юношей-гиперстеников. В то же время анализ спектральных характеристик кардиоритма показал, что общая мощность спектра (TP) не имела статистически значимых различий у представителей различных соматотипов. Тогда как наивысшие значения показателей HF мс^2 были выявлены у гиперстеников с увеличением данной составляющей в % от общей мощности спектра, что является отражением увеличения активности автономного контура регуляции, связанного с дыхательными волнами и состоянием парасимпатического отдела ВНС.

В работе Н. И. Шлык делается акцент на том, что умеренное преобладание дыхательных волн (HF) в структуре спектра ВСР согласуется с представлениями об адаптационно-трофическом защитном действии блуждающих нервов на сердце и может рассматриваться как определенная физиологическая норма, отражающая высокие адаптационные возможности организма[2]. Необходимо отметить высокие значения мощности спектра низкочастотного компонента в % суммарной мощности колебаний (LF, %) у обследуемых групп, что с позиции физиологической интерпретации может быть расценено как повышенная активность симпатического сосудистого центра [15]. Анализируя особенности регуляции кардиоритма у обследуемых из группы с астеническим типом конституции, мы отметили достаточно высокие значения (LF/HF) и индекса централизации (IC), превышающие аналогичные показатели у представителей других соматотипов, но все же находящиеся в пределах нормативных значений (IC 0,3–2,5; LF/HF 1,5–2,0)[2].

Отсутствие межгрупповых различий вклада очень низкочастотной составляющей (VLF) в общей мощности спектра и соответствие их нормативным величинам свидетельствует об оптимальном уровне участия центрального контура регуляции в обеспечении вегетативного баланса и в целом может расцениваться как оптимальный режим функционирования [15]. Известно, что вмешательство центральных механизмов управления в деятельность автономных функций происходит только в тех случаях, когда последние перестают адекватно выполнять свои задачу, что происходит в процессе адаптации к новым условиям с целью сохранения гомеостаза [20]. Учитывая тот факт, что ПАРС позволяет выделить различные степени напряжения регуляторных систем и оценивать адаптационные возможности организма [15], мы провели оценку данного показателя у представителей 3 соматотипов. Полученные результаты выявили отсутствие межгрупповых различий, при этом числовая величина данного показателя (4 усл. ед.) рассматривалась как наличие определенного физиологического (рабочего) напряжения, но с достаточными уровнем функциональных резервов организма [Там же].

Резюмируя вышесказанное, отметим, что полученные в нашем исследовании данные свидетельствуют, что отличительной чертой в обеспечении вегетативного баланса у гиперстеников

являются высокие показатели RMSSD, HF в абсолютных и относительных значениях на фоне самых низких нормированных величин LF и показателей вагосимпатического баланса (LF/HF) с наименьшей степенью централизации в управлении сердечным ритмом. Тогда как для астенического соматотипа в деятельности кардиоритма характерно снижение показателей, отражающих активность механизмов саморегуляции сердечного ритма (MxDMn, pNN50, RMSSD), что сопровождается более высокими показателями LF/HF и IC, превышающими аналогичные характеристики в остальных группах. Несмотря на то, что данные величины кардиоритма находятся в пределах нормативного коридора, необходимо отметить, что они вплотную приближаются к верхней границе.

Важно отметить, что большинство вышеописанных показателей у представителей 3 групп конституции находятся в диапазоне, характерном для состояния нормотонии (с незначительным преобладанием парасимпатической активности), однако большая степень выраженности преобладания парасимпатического звена в регуляции кардиоритма отмечается в группе гиперстеников, а симпатического – у астеников. В группе обследуемых нормостеников изученные показатели ВСР занимали промежуточное положение в обеспечении вегетативного баланса.

Ввиду наличия статистически значимых различий ВСР с учетом конституционально-типологической дифференциации лишь в пределах коридора, описывающего состояние нормотонии, нам представилось интересным провести анализ распределения обследуемых юношей с учетом исходного вегетативного тонуса в каждой конституциональной группе (табл. 3).

Таблица 3

Table 3

Частота встречаемости исходного вегетативного тонуса от типа конституции

Frequency of initial autonomic tone in dependence on types of constitution

Исходный вегетативный тонус / Initial vegetative tone	Тип конституции / Type of constitution		
	Астеники / Asthenics	Нормостеники / Normosthenics	Гиперстеники / Hypersthenics
Симпатотоники / Sympathotonics	13 ± 2 %	11 ± 2 %	15 ± 3 %
Нормотоники / Normotonics	38 ± 3 %	30 ± 3%	24 ± 4 %
Ваготоники / Vagotonics	49 ± 3 %	59 ± 3 %	61 ± 4 %

Анализ полученных результатов показал, что наименьший процент встречаемости симпатотоников был характерен для представителей всех типов конституции, тогда как преобладающим исходным вегетативным типом как для астеников, так и для нормостеников и гиперстеников оказался ваготонический исходный тонус. В целом констатируем аналогичное распределение в каждой конституциональной группе, как и в общей выборке, что может свидетельствовать об отсутствии взаимосвязи между типом исходного вегетативного тонуса и соматотипом при анализе выборки с ИМТ в пределах от 19,5 до 26,2 кг/м^2.

Для подтверждения данного предположения был проведен анализ зависимости между исходным типом вегетативного баланса и типом конституции. Для этого был использован анализ таблиц сопряженности с использованием критерия хи-квадрат ($\chi 2$). Значение данного критерия составило 5,3 (при пороговом значении – 9,4 при $p < 0,05$), что

свидетельствует об отсутствии влияния соматотипа на тип вегетативного баланса в регуляции кардиоритма.

Обсуждение и заключения

Таким образом, типы вегетативной регуляции напрямую не имеют зависимости от соматометрических характеристик и, в частотности, от принадлежности к тому или иному типу конституции. При этом наиболее эффективный тип функционирования кардиогемодинамики характерен для нормостеников, что проявляется оптимальными показателями САД и ДАД, нормокардией с одновременным сохранением баланса между симпатическим и парасимпатическим звеньями вегетативной регуляции. Тогда как у астеников в регуляции кардиоритма отмечается незначительное смещение баланса к симпатическому звену активации с проявлением признаков тахикардии. В группе гиперстеников отмечается более выраженное преобладание парасимпатического звена в регуляции ВНС, что, по мнению исследователей[2], является отражением более экономичного и эффективного режима функционирования организма и адаптационных процессов в целом и может рассматриваться как оптимальные функциональные возможности ССС. Но в данном случае мы должны подчеркнуть наличие более высоких цифровых величин САД и ДАД у представителей этого соматотипа. Данный факт дает нам основание расценить повышение показателей артериального давления как компенсаторно-приспособительный механизм и определенную цену адаптации системы кровообращения, направленную на достижение определенного уровня функционального состоянии в ответ на воздействие экстремальных природно-климатических факторов Магаданской обл-ти.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Natali J., Starzynski P., Chaui-Berlinck J.** Oscillatory patterns in heart rate variability and complexity: A meta-analysisoriginal research article // Biomedical Signal Processing and Control. 2017. Vol. 33. P. 66–71. DOI: 10.1016/j.bspc.2016.11.012

2. Multifractality in human heartbeat dynamics / P. C. Ivanov [et al.] // Nature. 1999. Vol. 399. P. 461–465. DOI: 10.1038/20924

3. Cardiac interbeat interval dynamics from childhood to senescence : comparison of conventional and new measures based on fractals and chaos theory / S. M. Pikkujamsa [et al.] // Circulation. 1999. Vol. 100. P. 393–399. DOI: 10.1161/01.CIR.100.4.393

4. **Billman G. E.** Cardiac autonomic neural remodeling and susceptibility tosudden cardiac death: effect of endurance exercise training // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2009. Vol. 297. P. 1171–1193. DOI: 10.1152/ajpheart.00534.2009

5. **Шайхелисламова М. В., Ситдиков Ф. Г.** Гормональный статус и вегетативный тонус у детей 7–15 лет. Казань : Изд-во ТГГПУ, 2008. 148 с. URL: http://search.rsl.ru/ru/record/01003405428

6. Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // European Heart Journal. 1996. Vol. 17. P. 354–381. URL: https://www.escardio.org/static_file/Escardio/Guidelines/Scientific-Statements/guidelines-Heart-Rate-Variability-FT-1996.pdf

7. **Abreu L. C.** Heart variability as a functional marker of development // J. Hum. Growth Dev. 2012. Vol. 22. P. 279–281. URL: http://www.journals.usp.br/jhgd/article/download/46712/50473

8. Reduced heart rate variability in social anxiety disorder: associations with gender and symptom severity / G. A. Alvares [et al.] // PloS One. 2013. Vol. 8, no. 7. DOI: 10.1371/journal.pone.0070468

9. **Учакина Р. В., Кузнецова С. В.** Этнические особенности сезонной вариабельности гормонального статуса у девочек-подростков // Дальневосточный медицинский журнал. 2006. № 3. С. 15–17. URL: http://elibrary.ru/item.asp?id=21152112

10. **Спивак Е. М., Нежкина Н. Н.** Синдром вегетативной дистонии у детей. Ярославль : Александр Рутман, 2009. 220 с. URL: http://search.rsl.ru/ru/record/01004323740

11. **Попов В. В., Фрицше Л. Н.** Вариабельность сердечного ритма: возможности применения в физиологии и клинической медицине // Украинский медицинский часопис. 2006. № 2. С. 24–31. URL: http://nmc.in.ua/assets/publications/publication51bb10913f6ee.pdf

12. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health / J. F. Thayer [et al.] // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2012. Vol. 36, no. 2. P. 747–756. DOI: 10.1016/j.neubioreVol.2011.11.009

13. Waist circumference, body mass index and waist to hip ratio for prediction of the metabolic syndrome in Chinese / F. Wang [et al.] // Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2009. Vol. 19. P. 542. DOI: 10.1016/j.numecd.2008.11.006

14. **Клиорин А. И.** Учение о конституциях и индивидуальные особенности ребенка // Педиатрия. 1985. № 12. С. 60–63.

15. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Р. М. Баевский [и др.] // Вестник аритмологии. 2001. №. 24. С. 65–83 http://www.vestar.ru/article.jsp?id=1267

16. **Аверьянова И. В., Максимов А. Л.** Перестройка гемодинамики и морфофункциональных показателей на протяжении 10 лет у юношей Магаданской области // Экология человека. 2016. № 8. С. 8–14. URL: http://elibrary.ru/item.asp?id=26511310

17. **Максимов А. Л., Аверьянова И. В.** Информативность показателей кардиогемодинамики и вариабельности сердечного ритма у юношей с различным уровнем гипоксически-гиперкапнической устойчивостью // Ульяновский медико-биологический журнал. 2014. № 2. С. 90–95. URL: http://elibrary.ru/item.asp?id=22368901

18. Профилактика, диагностика и лечение артериальной гипертензии : российские рекомендации (второй пересмотр) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика (Приложение). 2004. 20 с. URL: http://www.studfiles.ru/preview/1563361

19. **Вейн А. М.** Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение. М. : Медицинское информационное агентство, 2003. 752 с. URL: http://www.twirpx.com/file/1224295

20. **Фролов А. В.** Вариабельность и устойчивость – важнейшие свойства сердечно-сосудистой системы // Клиническая информатика и телемедицина. 2005. № 1. С. 32–36. URL: http://uacm.kharkoVol.ua/kinf/pablishers/2005/KIT_2005_1.pdf

Поступила 07.07.2017; принята к публикации 24.07.2017; опубликована онлайн 29.09.2017

Об авторах:

Аверьянова Инесса Владиславовна, старший научный сотрудник Лаборатории физиологии экстремальных состояний, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук (685000, Россия, г. Магадан, пр. Карла Маркса, д. 24), кандидат биологических наук, **ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4511-6782**, inessa1382@mail.ru

Максимов Аркадий Леонидович, главный научный сотрудник Лаборатории физиологии экстремальных состояний Федеральное государственное бюджетное учреждение науки научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук (685000, Россия, г. Магадан, пр. Карла Маркса, д. 24), профессор, член-корреспондент РАН, **ORCID: http://orcid.org/0000-0003-1089-4266**, arkmax@mail.ru

Вклад соавторов:

И. В. Аверьянова: определение замысла и методологии статьи, сбор литературных данных и их анализ, сбор и обработка материала, подготовка первоначального варианта текста статьи; А. Л. Максимов: научное руководство, определение замысла и методологии статьи, критический анализ и доработка текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

REFERENCES

1. Natali J., Starzynski P., Chaui-Berlinck J. Oscillatory patterns in heart rate variability and complexity: A meta-analysisoriginal research article. Biomedical Signal Processing and Control. 2017; 33:66–71. DOI: 10.1016/j.bspc.2016.11.012

2. Ivanov P. C., Amaral L. A., Goldberger A. L., Havlin S., Rosenblum M. G., Struzik Z. R., et al. Multifractality in human heartbeat dynamics. Nature. 1999; 399:461–465. DOI: 10.1038/20924

3. Pikkujämsä S. M., Mäkikallio T. H., Sourander L. B., Räihä I. J., Puukka P., Skyttä J., et al. Cardiac interbeat interval dynamics from childhood to senescence: Comparison of conventional and new measures based on fractals and chaos theory. Circulation. 1999; 100:393–399. DOI: 10.1161/01.CIR.100.4.393

4. Billman G. E. Cardiac autonomic neural remodeling and susceptibility tosudden cardiac death: effect of endurance exercise training. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2009; 297:1171–1193. DOI: 10.1152/ajpheart.00534.2009

5. Shaykhelislamova M. V., Sitdikov F. G. [Hormonal status and vegetative tone in children 7–15 years]. Kazan: TGGPU Publ.; 2008. (In Russ.)

6. Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. European Heart Journal. 1996; 17:354–381. Available at: https://www.escardio.org/static_file/Escardio/Guidelines/Scientific-Statements/guidelines-Heart-Rate-Variability-FT-1996.pdf

7. Abreu L. C. Heart variability as a functional marker of development. J Hum Growth Dev. 2012; 22:279–281. Available at: http://www.journals.usp.br/jhgd/article/download/46712/50473

8. Alvares G. A., Quintana D. S., Kemp A. H., Van Zwieten A., Balleine B. W., Hickie I. B., et al. Reduced heart rate variability in social anxiety disorder: Associations with gender and symptom severity. PloS One. 2013; 8(7). DOI: 10.1371/journal.pone.0070468

9. Uchakina R. V., Kuznetsova S. V. The ethnic peculiarities of seasonal hormonal status variability of girls adolescents. *Dalnevostochnyy meditsinskiy zhurnal* = Far Eastern Medical Journal. 2006; 3:15–17. Available at: http://elibrary.ru/item.asp?id=21152112 (In Russ.)

10. Spivak Ye. M., Nezhkina N. N. Syndrome of vegetative dystonia in children. Yaroslavl: Aleksandr Rutman Publ.; 2009. (In Russ.)

11. Popov V. V., Fritsshe L. N. Heart rate variability – potential of application in physiology and clinical medicine. *Ukrainskiy meditsinskiy chasopis* = Ukrainian Medical Journal. 2006; 2:24–31. Available at: http://nmc.in.ua/assets/publications/publication51bb10913f6ee.pdf (In Russ.)

12. Thayer J. F., Ahs F., Fredrikson M., Sollers J. J., Wager T. D. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2012; 36(2):747–756. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2011.11.009

13. Wang F., Wu S., Song Y., Tang X., Marshall R., Liang M., et al. Waist circumference, body mass index and waist to hip ratio for prediction of the metabolic syndrome in Chinese. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2009; 19:542. DOI: 10.1016/j.numecd.2008.11.006

14. Kliorin A. I. [Teaching about the constitutions and the individual characteristics of the child]. *Pediatriya* = Pediatrics. 1985; 12:60–63. (In Russ.)

15. Baevskiy R. M., Ivanov G. G., Chireykin L. V., Gavrilushkin A. P., Dovgalevskiy P. Ya., Kukushkin Yu. A., et al. Analysis of heart rate variability when using various electrocardiographic systems (methodological recommendations). *Vestnik aritmologii* = Arrhythmology Bulletin. 2001; 24:65–83. Available at: http://www.vestar.ru/article.jsp?id=1267 (In Russ.)

16. Averyanova I. V., Maksimov A. L. Hemodynamic and morphofunctional alterations observed for ten years in young males of Magadan region. *Ekologiya cheloveka* = Human Ecology. 2016; 8:8–14. Available at: http://elibrary.ru/item.asp?id=26511310 (In Russ.)

17. Maksimov A. L., Averyanova I. V. [Informativeness of cardihaemodynamics and heart rate variability in young men with different levels of hypoxic-hypercapnic resistance]. *Ulyanovskiy mediko-biolog-*

icheskiy zhurnal = Ulyanovsk Medical and Biological Journal. 2014; 2:90–95. Available at: http://elibrary.ru/item.asp?id=22368901 (In Russ.)

18. [Prevention, diagnosis and treatment of hypertension: Russian recommendations (second revision)]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika (Prilozheniye)* = Cardiovascular Therapy and Prevention (Appendix). 2004. Available at: http://www.studfiles.ru/preview/1563361 (In Russ.)

19. Veyn A. M. [Vegetative disorders: clinic, diagnosis, treatment]. Moscow: Medical News Agency Publ.; 2003. Available at: http://www.twirpx.com/file/1224295 (In Russ.)

20. Frolov A. V. [Variability and stability are the most important properties of the cardiovascular system]. *Klinicheskaya informatika i telemeditsina* = Clinical Informatics and Telemedicine. 2005; 1:32–36. Available at: http://uacm.kharkoVol.ua/kinf/pablishers/2005/KIT_2005_1.pdf (In Russ.)

Submitted 07.07.2017; revised 24.07.2017; published online 29.09.2017

About the authors:

Inessa V. Averyanova, Senior Researcher of Laboratory for Extreme Physiology, Arktika Scientific Research Center, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (24 Karl Marx St., Magadan 685000, Russia), Ph.D. (Biology), **ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4511-6782**, inessa1382@mail.ru

Arkadiy L. Maksimov, Chief Researcher of Laboratory for Extreme Physiology, Arktika Scientific Research Center, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (24 Karl Marx St., Magadan 685000, Russia), Dr.Sci. (Medicine), Professor, Member-Correspondent of RAS **ORCID: http://orcid.org/0000-0003-1089-4266**, arkmax@mail.ru

Contribution of the co-authors:

I. V. Averyanova: concept development and elaboration of methodology, reviewing and analyzing the relevant literature, collection and processing the data; writing the draft; A. L. Maksimov: scientific supervision; concept development and elaboration of methodology, critical reviewing the final text.

All authors have read and approved the final version of the manuscript.